BEITRAG ZUR GESCHICHTE UND THEORIE DER DRAINAGE.

EINE VON DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTAET

DER

UNIVERSITAET ROSTOCK

GENEHMIGTE

PROMOTIONSSCHRIFT

VON

HUGO WERNER,

DOCENT AN DER ACADEMIE ZU ELDENA, DR. DER PHILOSOPHIE.

GREIFSWALD.

DRUCK VON FR. HACHE 1868.

SEINEM

VEREHRTEN LEHRER

DEM

GEHEIMEN REGIERUNGS-RATH

HERRN PROF. DR. BAUMSTARK,

RITTER ETC. ETC.,

DIRECTOR DER STAATS- UND LANDWIRTHSCHAFTLICHEN

AKADEMIE ELDENA

IN

DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM

VERFASSER.

Einleitung.

Die Macht des Menschen bei der Kultur der für seinen Lebensunterhalt nöthigen Gewächse erstreckt sich nur auf den Boden, die Atmosphäre entzieht sich vollständig seiner Einwirkung. In je höherem Grade es daher der Mensch versteht, dem Boden diejenige Beschaffenheit zu geben, die nach den herrschenden klimatischen Verhältnissen für das Pflanzenwachsthum als die geeignetste erscheint, um so mehr werden sich die Erträge steigern. Das hiebei vorzugsweise in Betracht zu ziehende Moment ist das Wasser, und schon frühzeitig stellte sich bei Bebauung des Bodens die Erfahrung heraus, dass das Wasser ein Feind der Kulturgewächse sein kann, wie es andererseits ihnen unentbehrlich ist.

Sehr richtig sagt deshalb Thaer in seiner englischen Landwirthschaft:

„Ein Ackerbau, der sich der Herrschaft über das Wasser dergestalt bemeistert hat, dass er dem Boden nach Willkür Feuchtigkeit geben und nehmen kann und solches nicht dem Zufalle zu überlassen braucht, hat den möglichsten Grad von Vollkommenheit erreicht.“

Diese Herrschaft über das Wasser ist jetzt durch die Drainage erlangt und sie ermöglicht eine grössere Unabhängigkeit von den Einwirkungen der Atmosphäre. Die Geschichte und Theorie dieser wichtigen Melioration machte ich zum Gegenstande meiner Untersuchungen, und führe daraus in Folgendem das wichtigste Kapitel aus der Theorie der Drainage vor.

Bei der Röhrenentwässerung wird in einer gewissen Tiefe des Bodens ein Röhrensystem angebracht, welches gewöhnlich aus dem Hauptröhrenstrange (Sammeldrain) und aus vielen Nebensträngen (Saugdrains) besteht, welche in den Sammeldrain einmünden.

In diese Kanäle tritt das Wasser, getrieben durch den hydrostatischen Druck, ein und fliesst aus dem Boden ab.

Zu diesen Röhrensträngen werden gebrannte Thonröhren verwendet, durch deren Stossfugen, welche durch das Zusammenlegen der Mündungen zweier Röhren gebildet werden, dem Wasser der Durchtritt gestattet wird.

Demnach hängt die Stärke der Entwässerung einer Drainanlage vorzugsweise von der Anzahl der Stossfugen ab, denn das Durchschwitzen des Wassers durch die Röhren ist kaum in Betracht zu ziehen, da verschiedene Versuche ergeben haben, dass die Wassermenge nur $\frac{1}{500}$ von der beträgt, welche durch die Stossfugen abgeführt wird.

Je mehr Stossfugen vorhanden, um so viel mehr Austrittspunkte hat das Wasser.

Meistens wendet man einen Fuss lange Röhren an, und sie haben in dieser Länge viele Vortheile, wodurch sie sich in der Praxis empfehlen.

Ist ein Boden, namentlich Thonboden, von Röhren durchzogen, so verdunstet allmälig durch die Stossfugen das Wasser aus dem Boden in die Röhren, der Boden trocknet also von den Stossfugen aus ab, sobald kein Wasser mehr ausfliesst.

Beim Austrocknen des Thones entsteht aber durch die starke Raumverminderung ein Schwinden des Thones, wodurch Risse und Sprünge entstehen, die natürlich zu den Stossfugen hin verlaufen müssen.

Jetzt vermag die Luft tiefer in den Boden einzudringen, um die Verdunstung zu befördern.

Dass diese Austrocknung des Bodens, namentlich, wenn er bündig ist, immer längere Zeit dauern muss, ist selbstverständlich. —

Hieraus erklärt es sich auch, dass mancher bündige Boden Anfangs keine günstige Wirkung sehen lässt und erst nach 3- und 4jähriger Thätigkeit der Drainage als entwässert zu betrachten ist.

Zunächst tritt meistens die Entwässerung in schmalen Streifen über den Drainzügen ein, allmälig werden diese Streifen immer breiter, bis die Entwässerung sich dann schliesslich über den ganzen Bereich des Röhrennetzes verbreitet hat.

Ist der Boden ausgetrocknet, so kann das Wasser leicht von oben eindringen und sich schnell in die Röhren ergiessen.

Ebenso erhebt sich bei guter Anordnung der Röhren

und zweckmässiger Einrichtung, der Untergrundwasserspiegel nie über die Fläche, in welcher die Röhren liegen, also nicht über das Röhrennetz hinaus.

Ueber die Tiefe der zu legenden Drains wurde in der ersten Zeit der Einführung der Drainage von Drain-Technikern viel gestritten, und sie hatten sich in zwei Lager getheilt, in die Flach- und in die Tiefdrainer, doch bald schlichtete Wissenschaft und Erfahrung diesen Streit zum Vortheil der tiefen Drainage.

Für alle Bodenarten aber eine bestimmte Tiefe angeben zu wollen ist nicht möglich, doch lässt sich ein Minimum der Tiefe festsetzen und so nimmt man jetzt, vielleicht mit Ausnahme von sehr leichten Bodenarten, eine Tiefe von 4 Fuss an.

Schon im Jahre 1846 wurde die Tiefe der Drainage auf 4 Fuss vom englischen Parlamente bestimmt, wenn die Drainage-Unternehmer Vorschüsse aus einem eigens dazu bestimmten Staatsfonds erhalten wollten. (Public Money's Drainage Act.)

Ueber die Tiefe des Legens der Röhren ist nun vorzugsweise die Beschaffenheit des Bodens in Betracht zu ziehen.

In einem sandigen Boden beträgt die capillare Erhebungszone des Wassers nur 6—8″, darnach könnte also das Röhrensystem näher der Oberfläche liegen, als im strengen Boden, wo sie 1½ bis 2′ beträgt.

Bei einer Tiefe des Drains von 4′ wird aber die capillare Erhebungszone tief genug unter die Ackerkrume sinken können.

Die Röhren müssen so tief mindestens gelegt werden, dass sie der Frost nicht mehr trifft.

Eine Frosttiefe über 2 Fuss kommt in Deutschland selten vor.

In dem kalten Winter von 1857|58 drang bei Berlin in Sandboden der Frost bis 3½ Fuss ein (Schumacher) Ueberhaupt scheint Frost leichter in Sandboden eindringen zu können. Da nun für Sandboden eine flachere Drainage als 4' vortheilhaft erscheint, so ist dabei doch immer auf den Frost Rücksicht zu nehmen, wenn man nicht Gefahr laufen will, dass die ganze Anlage durch starken Frost zerstört wird.

Durch das Erstarren des Wassers in den Röhren werden diese zum Theil zersprengt, auch kann beim Abgehen des Frostes das Wasser nicht schnell genug durch die Röhren fortziehen, da das Aufthauen des Eises in den Röhren längere Zeit dauert, als im Boden.

Im Boden thaut das fein vertheilte Eis sehr schnell durch das Eindringen des wärmeren Wassers von der Oberfläche aus auf; während in den Röhren eine compacte Eismasse steckt, deren Schmelzen eine bedeutend längere Zeit in Anspruch nimmt. Hinter diesen Eisklumpen wird sich aber das Wasser anstauen, in Folge dessen vielfach die Leitungen durchbrochen werden.

Damit aus drainirten Böden das Wasser leicht ausgetrieben werden kann, muss ein möglichst starker hydrostatischer Druck erzeugt werden, dieser hängt aber von der Höhe der Wassersäule ab und aus diesem Grunde schon ist eine grössere Tiefe der Drains empfehlenswerth.

Das Wasser wird den Boden am schnellsten durchfliessen, der den wenigsten Widerstand bietet, d. h. porös ist.

Die Drainleitung bietet dem Wasser keinen Widerstand, der hier in Anrechnung zu bringen wäre.

Durch die Röhrenleitung ist im Boden ein freier Raum gemacht, welcher mit Luft erfüllt ist, das Wasser nun, weil schwerer als Luft, drückt sich in die Röhrenleitung ein, da es hier weniger Widerstand findet, als wenn es durch den Boden weiter versitzen müsste.

Je reichlicher aber das Wasser durch die Röhren abfliesst, um so kleiner wird auch die Wassersäule, so dass schliesslich ihr Gewicht die Reibung im Boden nicht mehr zu überwältigen vermag und die Kapillarattraction die Ueberhand behält.

Am grössten muss diese Reibung sein in der Mitte zweier paralleler Saugdrains, weshalb hier das Wasser immer höher stehen und in regelmässiger Abstufung sich bis zu den Röhrenleitungen neigen wird.

Sehr gut hat Clutterbuck diese Theorie entwickelt (The Journal of the Royal Agricultural Society of England, vol VI part. II. p. 489.) On the Theory of Deep Draining.

Liegen demnach die Saugdrains 6 Ruthen auseinander und soll auf eine Tiefe von 4 Fuss das Wasser entfernt werden, so muss ein paar Zoll tiefer als 4 Fuss drainirt werden, damit überall die capillare Erhebungszone auf 4 Fuss gesenkt wird. Aus allen diesen Gründen nun setzt Parkes als Minimum der Tiefe für alle

Bodenarten 4 Fuss fest, gewöhnlich drainirt er tiefer, auf 5 und 6 Fuss.

Das von Thaer empfohlene Drainiren auf 24 Zoll verbietet sich in Deutschland schon des Frostes wegen von selbst.

Die Drainage hat auch nicht blos den Zweck, das überflüssige Wasser abzuführen, sondern auch die Luft in die unteren Schichten des Bodens zu leiten, dies kann nur durch eine grössere Tiefe des Drains geschehen.

Ebenso räth der englische Drainer Smith von Deanston an, viele Drains in geringen Distanzen und nicht allzugrosser Tiefe zu legen; Parkes dagegen will tiefer und in weiteren Entfernungen die Drains eingelegt wissen.

Nach Smith Theorie wird vielleicht ein schnellerer Effect bewirkt; doch wird nach der Theorie von Parkes der Boden nachhaltig verbessert, weil die Luft tiefer in den Boden eindringen kann, auch möchte die tiefere Drainage bei weiterer Entfernung billiger zu stehen kommen, weil bedeutend weniger Drainröhren erforderlich sind.

Bei grösserer Tiefe werden auch die Drains nicht so leicht durch Pflanzenwurzeln verstopft, weil bis dahin selten jene stärkeren Wurzelknäuel reichen, welche im Stande sind die Röhren zu verstopfen.

Die Faserwurzeln, welche häufig 10 Fuss, bei der Luzerne sogar 12—15 Fuss tief in den Boden dringen, sind in seltenen Fällen nur fähig die Röhren vollständig zu verstopfen; auch sind unsere Culturgewächse meistens einjährig und die Wurzel stirbt mit der Pflanze ab und

eine gut angelegte Drainage wird sich dann leicht von den Resten reinigen können.

Henry Stephens giebt in seinem Book of the Farm den Rath, Probegräben von 3 bis 4 Fuss Tiefe zu ziehen und zu beobachten, von welcher Seite her die grösste Wassermenge eindringt.

Kommt das Wasser von oben, so muss flach drainirt werden, bleibt es unter dem Graben, was leicht durch den Erdbohrer zu erkennen, so muss tief drainirt werden.

Nach dem oben Gesagten ist es aber nicht gut flacher als 4 Fuss zu drainiren, weil die Einwirkung der Luft auf den Boden verloren geht, die Kälte und die Wurzeln die Leitungen zerstören können und in vielen Fällen die capillare Erhebungszone zu hoch zu liegen käme. Probegräben können daher nur nachweisen, ob nicht tiefer als 4 Fuss drainirt werden muss.

Es kann sich bei diesen Probegräben sogar das Resultat herausstellen, dass dasselbe Feld an einzelnen Stellen tiefer, an anderen flacher drainirt werden müsste. Parkes sagt sehr richtig:

„Was auch immer für Gründe für oder gegen die tiefen Drains angeführt werden mögen, so viel steht fest, dass eine grössere Tiefe niemals schadet, dass man noch nie genöthigt war eine Drainage zweimal zu machen wegen zu tiefer Gräben, aber sehr oft die Anlagen mit sehr grossen Kosten verändert werden mussten, weil sie ursprünglich zu seicht gemacht waren.“

Thatsache ist, dass das Wasser aus tiefen Drains früher und reichlicher fliesst als aus flachen

Des englischen Landwirths Hammond Beobachtungen über tiefe und seichte Drains ergaben folgendes:

Ein Hopfenfeld war vor 35 Jahren 24—30 Zoll tief drainirt. Hammond traute diesen alten Drains nicht mehr recht und drainirte das Feld a. 1842 ganz neu, theils 3, theils 4 Fuss tief; ohne die alten seichten Drains zu berühren in 26füssiger Entfernung; jeder Drain 150' lang, mit gleichem Fall, in Thonboden. Die Beobachtung betrifft einen 3 und einen 4 Fuss tiefen Drain. Sie entfernten am 17. Februar 1844 beide stündlich 975 Pfd. Wasser, was auf 24 Stunden 19½ Tonne p. acre ausmacht und zwar der 4 Fuss tiefe Drain 12 und der 3' tiefe 7½ Tonne.

Quellen waren nicht vorhanden. Der 4 Fuss tiefe entleerte in derselben Zeit 8 Pinten und der 3' tiefe nur 5 Pinten Wasser.

Hieraus geht hervor:

1. der tiefste Drain wird das meiste Wasser aufnehmen,
2. der tiefste Drain wird in der gegebenen Zeit das meiste Wasser entfernen, während die Oberfläche, welche einem jeden das Wasser lieferte, gleich war.

Dies ist nur erklärlich damit, dass

a) entweder der tiefe Drain aus horizontaler Entfernung im Verhältniss von 8 : 5, mehr Wasser anzog,

b) oder dass der senkrechte Wasserzufluss zu ihm rascher war,

c) oder, dass beide Ursachen wirkten.

Die alten Drains blieben ganz trocken.

Jenes Factum ist schwer zu erklären, allein es ist von den Landwirthen der Grafschaft Kent anerkannt, dass tiefe Drains mit dem Wasserlaufe früher beginnen und aufhören, als seichte.

Parkes giebt dafür folgende Erklärung:

Ein Ackergrund leichten Bodens drainirt, gleicht einem künstlichen Filter, daher dauert hier das Durchsitzen des Wassers um so länger, je grösser die Tiefe der Materie ist.

Tritt aber das Wasser in Lehmboden, so ist die Aehnlichkeit mit dem Filter nicht mehr vorhanden, denn an Stelle des porösen Bodens treten jetzt Spalten und Risse, welche sich durch Einwirkung der Luft gebildet haben.

Je länger also die Luft auf solchen Untergrund eingewirkt, um so mehr wird er zerklüftet sein und das Wasser viel leichter hindurchlassen.

Was nun die Entfernung der Röhrenstränge von einander anbetrifft, so ist diese vorzugsweise abhängig von der Tiefe der Drains, der Beschaffenheit des Bodens und der Menge des abzuführenden Wassers.

Allgemeine Regeln lassen sich nicht aufstellen; man muss entweder directe Erfahrungen machen, oder aus dem, was sich an anderen Orten als gut bewährte, seine Schlüsse ziehen, nachdem man die Eigenschaften des Untergrundes sorgfältig geprüft hat.

Auf dem Wege directer Versuche lässt sich ebenfalls ermitteln, welcher Abstand der Natur des Bodens nach der angemessenste sei.

Man legt zu dem Ende 2 Drains zu der Tiefe an, die angewendet werden soll und lässt dann nach ein paar Tagen stärkeren Regens 2 Löcher machen, das eine in der Mitte der beiden Drains und das andere an einem Orte, wo die Wirkung der Drains sich nicht mehr fühlbar machen kann. Steht das Wasser in dem ersteren Loche tiefer unter der Oberfläche als das andere, so kann man gewiss sein, dass die Röhren nicht zu weit angelegt sind, bei gleichem Untergrunde kann dann die Entfernung überall gleich sein.

Die Entfernung der Drainzüge von einander ist von ihrer Tiefe abhängig, denn je tiefer die Röhren liegen, um so stärker ist der hydrostatische Seitendruck und aus um so weiterer Entfernung wird den Röhren mit einer gewissen Schnelligkeit das Wasser zugeführt. Passt die Tiefe nicht zur Entfernung, ist sie zu gross, so kann das Wasser nur sehr langsam zu den Röhren gelangen, oder es bewegt sich gar nicht dahin; es werden dann die über den Röhrensträngen liegenden Bodenpartieen entwässert werden, nicht aber die entfernter liegenden, oder die Entwässerung ist so langsam, dass der Zweck nicht erreicht wird

Wesentliche Beachtung verdient die Beschaffenheit des Bodens.

Bei leicht durchlassendem Boden können die Stränge schon ziemlich weit von einander entfernt liegen, weil der hydrostatischen Bewegung des Wassers wenig Hindernisse im Wege stehen.

Bei einem bündigen Boden dagegen ist der Widerstand sehr viel grösser, weshalb hier denn auch die

Drainzüge im Verhältniss zur Tiefe enger gelegt werden müssen; auch wird in bündigem Boden die Menge des abzuführenden Wassers mit bestimmend sein für die Entfernung der Röhrenstränge. Namentlich, wo Wasser von unten aufsteigt ist der Entfernung der Züge eine ganz besondere Aufmerksamkeit zu schenken, weil hier oft grössere Wassermengen abzuführen, als vermuthet werden.

Gropp stellt nun bei verschiedenen Bodenarten und verschiedener Tiefe der Leitungen für die Entfernung der Stränge von einander folgende Tabelle auf:

Bodenart.	Tiefe der Drains 3′	4′	5′
	Entfernung		
	Fuss.	Fuss.	Fuss.
Thonboden, 40—50 pc. Sandgehalt und Mergeluntergrund . .	24	28	32
Lehmboden, 30—40 pc. Thon . . .	32	40	48
Sandiger Lehm, 18—30 pc. Thon bei Thon-Mergel- und Quellsand-Unterlage	32	52	60
Lehmiger Sand, 10—18 pc. Thon, mit Thon- oder Mergel-Unterlage	40	60	80
Lehmiger Sand mit Quellsand-Unterlage	50	60	80
Sandboden, 0—15 pc. Thon bei Quell- und Triebsand, worin wenig Thon- und Mergeladern . . .	60	80	100
Torfgrund, Wiesengrund und Torfboden bei hohem Torflager . .	40	50	60
Torf mit lettigem Untergrunde . . .	30	50	50

Der belgische Ingenieur Leclerc giebt nach englischen Erfahrungen für verschiedene Bodenarten folgende Entfernungen der Drains bei 4 Fuss Tiefe an.

Bodenart.	Geringste, Entfernung der Drains.	Grösste der Drains.
Sandboden	48 Fuss.	65 Fuss.
Torfboden	36 „	45 „
Thonboden mit Sand und Kies vermischt	32 „	48 „
Gleichartiger Thonboden	22 „	32 „
Kalk- oder Kreideboden	18 „	34 „

Vincent, giebt in seinem Werke, „Die Drainage, deren Theorie und Praxis“ an: „Man lege die Röhren in dem gewöhnlichen schweren Boden Deutschlands auf jeden Fuss Tiefe, 1 Ruthe, bei durchlassenderem, je nach dem Grade der Durchlässigkeit bis zu 2 Ruthen auseinander, und nur verhältnissmässig etwas enger da, wo man bei der Anwesenheit von Grundwasser nicht bis auf die wasserführende Schicht hinabkommen kann, in dem allerstrengsten Thonboden und in dem sehr feinkörnigen mehlartigen Boden, in welchem die Kapillarität das Wasser aussergewöhnlich fest zu halten vermag.“

Diese Angaben haben sich denn auch vollständig bei den Anlagen in Deutschland bewährt.

Auf der Gutswirthschaft der Akademie Eldena bei Greifswald, wo schon seit geraumer Zeit drainirt wird, schwanken die Entfernungen der Stränge bei 4 Fuss Tiefe zwischen 3 bis 6 Ruthen.

Theilweis besteht der Boden aus sandigem Lehm und lehmigem Sand, mit mehr oder weniger lehmigem

Untergrunde, stellenweis mit Quellsandschichten durchzogen, namentlich auf den etwas niedriger gelegenen Ackerstücken; bei letzteren, wo auch der Feuchtigkeitsgrad ein grösserer, wird die engere Entfernung angewendet.

Die Menge des abzuführenden Wassers und das Gefälle, hauptsächlich in den Sammeldrains, stehen in gewissen Beziehungen zur Röhrenweite und der Länge der Sammeldrains. Nöthig ist daher die abzuführende Quantität Wasser zu kennen, diese findet man durch Beobachtung der Menge des gefallenen Regens, mit Abzug des Theiles, welcher verdunstet.

Ist die abzuführende Wassermenge, sowie das Gefälle bekannt, so lässt sich die Röhrenweite annähernd richtig bestimmen und zwar kommt hauptsächlich die Röhrenweite der Sammeldrains in Betracht, denn die Praxis hat gezeigt, dass zu den Seitensträngen bis zu einer gewissen Länge einzöllige Röhren genügend sind, wenn die Entfernung der Stränge der Beschaffenheit des Bodens richtig angepasst ist.

In neuerer Zeit aber gebraucht man aus verschiedenen anderen Gründen nicht mehr ausschliesslich einzöllige Röhren, sondern auch $1\frac{1}{4}$ zöllige und $1\frac{1}{2}$ zöllige, namentlich in Eldena.

Parkes bewies durch viele Versuche, dass einzöllige Röhren genügend sind, die grösste Wassermenge bei nicht zu grosser Länge der Stränge abzuführen.

Beobachtung von Josiah Parkes über die Menge von Waser, welche Drains wegschaffen können.

(Philosophy and art of Land-Drainage pag 43— 50.(1848).

Nach Dickinson's gewöhnlichem Regenmesser fielen 0,48 Zoll Regen am 7. und 8. November 1843, und der Daltons'che Regenmesser liess am 9. November 0,46 Zoll oder fast ebensoviel durch. Am 9. November 1843 beobachtete J. Parkes auf dem Gute des Herrn Hammond, nachdem es am 7. November etwa 12 Stunden lang geregnet hatte, dass die 3 Fuss tiefen Drains auf einem Ackerstück von 9 acres nur noch tröpfelten, die 4 Fuss tiefen des schon oben erwähnten Hopfenfeldes aber schon erschöpft waren.

Die Wassermenge, welche durch die Spalte zwischen je 2 Röhren einzudringen hat, ist sehr gering.

Es fielen 0,48 Zoll Regenwasser auf 1 □F. Bodenfläche in 12 Stunden. Dies ist gleich 69 C.-Zoll = 2½ Pfd., welche in 12 Stunden, vertheilt auf 1 Stunde, wenig mehr als 0,2 Pfd. auf je 1 □F. ausmachen.

Die Drains waren 24 F. auseinander, also müsste jeder Längenfuss 8' der Röhren dass Wasser von 24□F. Oberfläche = 60 Pfd. = 6 Gallonen Wasser aufnehmen.

Bis dies Wasser von der Oberfläche hinab zur Röhre kommt, dauert es etwa 48 Stunden; also drang in die Röhre durch die Spalte stündlich 1¼ Pfund = 1 Pinte Wasser ein.

Die Oeffnung braucht nur sehr klein zu sein, welche stündlich 1 Pinte Wasser oder ⅓ Unze in der Minute d. h. etwa 2 Fingerhüte voll Wasser durchlassen soll.

Das Gewicht des Regens, welcher in 24 Stunden fiel, betrug 108,900 Pfd. = 48,6 Tonnen und dies macht auf das Grundstück von 9 acres 437, 4 Tonnen. Jeder Drain führte ab 19 Tonnen oder etwa $\frac{4}{10}$ Tonne p. Stunde im Durchschnitt von 48,10 Stunden. Allein zur Zeit

des stärksten Ausflusses muss die Wassermenge stündlich 5mal so viel betragen haben. Dies beweist, dass die Röhren einen Regenfall von 2½ Zoll während der 12 Stunden, also nicht blos von ½ Zoll — aufnehmen und abführen können.

Dies ist aber ein so starker Regenfall, wie man ihn in unserem Klima nicht kennt, da ½ Zoll Regenfall in 12 Stunden ein sehr starker Regen ist.

Dickinson hat niemals einen Regenfall von 1½" auch in 24 Stunden gehabt und nach Dr. Jck's Beobachtungen (Curator of the Birmingham Philosophical Institution) hat nur in 5 Fällen während 8 Jahren der Regen in 24 Stunden den 1" überstiegen, wobei die grösste Menge $\frac{4}{1}\frac{}{2}$ 1841. 1, 6 Zoll war.

Einzöllige Röhren in den Saugdrains sind aber vollständig genügend, wenn sie auch nur halb voll fliessen, mehr als das Doppelte der oben angegebenen Quantität Wasser abzuführen.

Die Verdunstung des Wassers tritt hier aber noch hinzu und dass diese nicht unbedeutend, beweist das Beispiel von Abbots-Hill, hier hatten 43 pC. Wasser den Boden durchsickert und 57 pC. waren jährlich verdunstet, in den Wintermonaten jedoch nur 25½ pC. Daraus ist anzunehmen, dass in Deutschland 76 pC. der Gesammtmenge des gefallenen Regens im Winter mindestens durch die Drains abgeleitet werden müssen, weil hier die Temperatur dann niedriger, wie in England steht, und im Binnenlande weniger Wind ist.

Die Luft im Sommer dagegen ist in Deutschland viel wärmer und trockner als in England, doch muss

hier hauptsächlich die Frühlings- und Herbstnässe in Anschlag gebracht werden, wo gerade das stehende Wasser der Vegetation am schädlichsten wird.

In enger Verbindung mit der Weite der Röhren steht das Gefälle der Saugdrains.

Man soll ihnen den stärksten Fall geben, den die Verhältnisse zulassen, mindestens muss er so stark sein, dass der Widerstand, welchen die Fortbewegung des Wassers findet, nicht nur überwunden, sondern auch das Wasser mit solcher Geschwindigkeit fliesst, dass sich die Röhren sehr schnell entleeren und auch den eingedrungenen Schlamm, Sand und etwaige Anfänge von Verstopfungen entfernen können.

Nimmt man nach Vincent an, dass die geringste Geschwindigkeit des Wassers in den Röhren ½ Fuss in einer Secunde betragen muss, wenn dasselbe die verlangte Reinigung der Röhren allein schon bewirken soll, so wird, wenn die Berechnung der Geschwindigkeiten die Formel $c. = 6, 42 \frac{\sqrt{50\ dh.}}{1 + 50\ d.}$ aus Eytelwein's Hydrostatik zu Grunde gelegt ist. c. bezeichnet darin die Geschwindigkeit des Wassers, d. den Durchmesser der Röhren, h. das Gefälle, welches der Röhrenstrang auf die Länge 1 hat, alles auf Fusse reducirt,

bei 1zöll. Röhren das theoretisch berechnete Gefälle 2 F. — Z.

„ 2 „ „ „ „ „ „ 1 „ — „

„ 3 „ „ „ „ „ „ — „ 10 „

„ 4 „ „ „ „ „ „ — „ 7 „

„ 5 „ „ „ „ „ „ — „ 5 „

„ 6 „ „ „ „ „ „ — „ 4 „

auf 100 Ruthen sein, dagegen das wirklich zu gebende geringste Gefälle:

bei	1	zölligen	Röhren	4 Fuss	— Zoll.
„	2	„	„	2 „	— „
„	3	„	„	1 „	6 „
„	4	„	„	— „	10 „
„	5	„	„	— „	7 „
„	6	„	„	— „	5 „

auf 10 Ruthen Länge betragen müssen.

Auf der Gutswirthschaft zu Eldena werden 1½ zöllige Röhren mit einem Gefälle, wenn es künstlich hergestellt werden muss, von ½ Zoll pro Ruthe angewendet, dagegen unter ähnlichen Verhältnissen wie in Eldena auf dem Gute Helmshagen bei Greifswald 1 zöllige Röhren mit ebenfalls nur ½ Zoll Gefälle pro Ruthe, ohne dass Nachtheile bemerkt werden.

Die Länge der Röhrenleitung bestimmt sich aus dem Durchmesser der Röhren.

Enge Röhren bieten dem Wasser mehr Reibung, auch haben die Röhren bei grösserer Länge mehr Wasser fortzuschaffen, wesshalb die Stränge nicht so lang sein dürfen als bei weiteren Röhren.

Ebenso hat das Gefälle und die Entfernung der Drains von einander Berücksichtigung zu finden.

Die Erfahrung hat festgestellt, dass bei einzölligen Röhren das Maximum der Länge 900 Fuss beträgt, bei noch längeren muss man entweder das Feld durch einen Sammeldrain theilen, oder nach Parkes die Dimensionen der Röhren zunehmen lassen von 500 zu 500 Fuss bis zu 2½ Zoll Durchmesser der Röhren der Saugdrains, so

dass, wenn ein Drain 2000 Fuss lang ist, die obersten 500 Fuss mit 1zölligen Röhren, die nächsten 500 Fuss mit 1¼ zölligen u. s. w. belegt werden, wenn danach ein Drain 3500 Fuss lang ist, so werden die letzten 500 Fuss nächst der Hauptleitung 2½ Zoll Durchmesser haben müssen.

Parkes ist mehr für Durchschneidung des Ackers mit Ausflussgräben bei sehr langen Leitungen Er sagt: durchschneidet man Flächen mit Gräben, die als Ausflussgräben für Drains dienen, so wird das Drainiren wohlfeiler.

(Journal of the Royal agricultural Society vol. VII. part. 2 pgc. 520 (1847).

Schwieriger als bei den Saugdrains ist es nun die Weite der Sammelrains zu bestimmen. Der Sammeldrain muss weit genug sein, um das Wasser aus den Saugdrains aufnehmen zu können ohne selbst vollständig angefüllt zu werden, weil dann leicht die ganze Anlage zerstört werden könnte.

Um die Weite bestimmen zu können ist nöthig, dass man die Grösse des Regenfalles in dem Monat kennt, der als der feuchteste bekannt ist, denn die extremen Verhältnisse zu gewissen Zeiten sind hier mehr zu berücksichtigen, als die Gesammtmenge des gefallenen Regens in einer längeren Periode.

Die Regenmenge ist aber allein nicht massgebend, sondern auch die Verdunstung muss mit in Rechnung gezogen werden.

In dem sehr feuchten englischen Klima betrug der Regenfall nach Beobachtungen von 1815 bis 1864 im Durchschnitt jährlich aus 10jahrigen Perioden

von 1815—1824 . . . . . 29,17 Zoll.
„ 1820—1829 . . . . . 28,25 „
„ 1825—1834 . . . . . 24,51 „
„ 1830—1839 . . . . . 24,60 „
„ 1835—1844 . . . . . 24,95 „
„ 1840—1849 . . . . . 24,25 „
„ 1845—1854 . . . . . 24,25 „
„ 1850—1859 . . . . . 23,15 „
„ 1855—1864 . . . . . 22,44 „

(The Journal of the Royal agricultural Society of England vol. II. 1866 pg. 71)

Nach den Beobachtungen von Abbots-Hill hat sich herausgestellt, dass die grösste Regenmenge im November fällt, nämlich 3,837 Zoll und davon versickerten 84,9 pC. und 15,0 pC. verdunsten, während im Monat December die Verdunstung = 0 zu setzen war. Nach meinen Beobachtungen auf dem Versuchsfelde der Akademie Eldena betrug die Regenmenge in dem so unerhört nassen Jahre 1867 folgende Quantitäten:

Monat April . . . 3 Zoll — Linien.
„ Mai . . . . 3 „ 10 „
„ Juni . . . 3 „ 4 „
„ Juli . . . 3 „ 9 „
„ August . . — „ 10 „
„ September 2 „ 5 „
„ October . . 3 „ 6 „
„ November . 1 „ 9 „
In 8 Monaten 23 Zoll 5 Linien.

Hierzu kam, dass die Teperatur äusserst niedrig, in

Folge dessen auch eine Verdunstung nur in geringerem Grade stattfinden konnte.

	Morgens.	Mittags.	Abends.	
Durchschnitt der Luft	9°C.	$11\frac{8}{10}$°	99°	Mai
„ des Bodens	8°	$11\frac{1}{4}$°	$10\frac{7}{8}$°	Mai
„ der Luft	$15\frac{1}{10}$°	$18\frac{2}{5}$°	$14\frac{2}{3}$°	Juni
„ des Bodens	$14\frac{1}{2}$°	$17\frac{1}{2}$°	$17\frac{1}{2}$°	Juni
„ der Luft	$16\frac{2}{3}$°	18°	$15\frac{3}{4}$°	Juli.
„ des Bodens	$14\frac{3}{4}$°	$16\frac{1}{6}$°	$16\frac{1}{4}$°	Juli.
„ der Luft	$15\frac{3}{4}$°	21°	18°	August.
„ des Bodens	16°	$18\frac{1}{3}$°	19°	August.
„ der Luft	$16\frac{1}{6}$°	18°	$12\frac{1}{2}$°	Septbr.
„ des Bodens	$12\frac{1}{4}$°	$14\frac{1}{4}$°	$13\frac{1}{2}$°	Septbr.
„ der Luft	$7\frac{2}{3}$°	12°	9°	Octbr.
„ des Bodens	8°	$9\frac{1}{6}$°	$9\frac{7}{8}$°	Octbr.
„ der Luft	$3\frac{1}{3}$°	5°	4°	Novbr.
„ des Bodens	$3\frac{1}{10}$°	$3\frac{1}{2}$°	$3\frac{1}{6}$°	Novbr.

Der Boden wurde auf 6 Zoll Tiefe untersucht.

Vincent giebt nun an, dass für die deutschen Verhältnisse 4 Zoll Regenfall in einem kalten Monat, in Verbindung mit dem Aufgehen des Frostes, und bei geringer Verdunstung das Höchste in unserem Klima sei; nach dem Gesagten ist diese Zahl auch für extreme Fälle anzunehmen.

Vincent folgert daraus, dass 4 Zoll Regenfall die Quantität Wasser darstellt, welche in 14 Tagen von den Drains abgeführt werden muss.

An einem Tage wird also von der ganzen Fläche $\frac{1}{4}$ Zoll oder pro Morg. in einer Secunde 0,00625 C.-F. Wasser durch den Drains ablaufen können.

Vincent hat darnach eine Tabelle aufgestellt, in welcher er die Röhrenweite angiebt bei verschiedener Ausdehnung der Flächen und für den Wechsel des Gefälles von 8'—4" auf 100 Ruthen. Eine ähnliche Tabelle mit Zugrundelegung von 0,00625 C.-F. Wasser pr. Pr. Morgen hat auch Wauer aufgestellt:

Gefälle auf 100° Fuss.	Weite der Röhren.							
	1"	1¼"	1½"	2"	3"	4"	5"	6"
	Quadratruthen, welche entwässert werden.							
1	54	84	114	242	694	1487	2650	4266
2	62	108	154	310	988	2100	3748	6042
3	69	129	190	373	1206	2560	4589	7404
4	76	148	221	431	1392	2969	5306	8571
5	83	165	247	485	1553	3363	5920	9610
6	90	180	270	537	1692	3722	6435	10,541
7	97	194	291	587	1822	4038	6893	11,382
8	104	208	312	635	1950	4303	7328	12,122
9	111	220	330	681	2074	4537	7746	12,761
10	118	232	346	725	2194	4753	8155	13,312
11	124	243	362	767	2305	4956	8554	13,801
12	130	254	378	807	2406	5149	8944	14,286

Die Röhren der Sammeldrains brauchen ebenfalls nicht wie die Saugdrains in ihrer ganzen Länge die Weite der Ausmündungsröhren zu haben, sondern es können hier ebenfalls verschiedene Röhrenweiten Anwendung finden.

Ueber 6zöllige Röhren geht man selten hinaus, weil diese zu zerbrechlich sind. In Deutschland und

Belgien legt man zu den Sammeldrains selten weitere als 3 bis 4zöllige Röhren und wo diese nicht ausreichen legt man lieber 2 Stränge neben einander, oder verkürzt die Sammeldrains.

Vincent hat für 1 bis 3 zöllige Röhren, für verschiedenes Gefälle und verschiedene Entfernung der Seitendrains, die zulässige Länge der Drainzüge berechnet und bezieht sich dies sowohl auf Sammel- wie auf Saugdrains.

Entfernung der Drains.	Gefälle auf 100°	Zulässige Länge der Leitung der Röhren von:			
		1 Zoll.	1½ Zoll	2 Zoll.	3 Zoll.
3°	8 Fuss.	38°	103°	210°	581 R.
	6	33	89	182	502
	4	27	73	149	409
	2	19	51	105	290
4°	8′	29	77	158	436
	6	24½	67	137	376
	4	20	55	112	307
	2	14	38	79	217
5°	8′	23	62	126	348
	6	19½	53	109	301
	4	16	43	89	245
	2	11½	31	63	174
6°	8′	19	51	105	290
	6	16	45	91	251
	4	13	36	74	205
	2	9½	25	52	145
8°	8′	14	38	79	218
	6	12	33	68	188
	4	10	27	56	154
	2	7	19	39	109

Parkes zieht nur die Quadratwurzel aus der Anzahl acres; von denen das Wasser mittelst eines Hauptdrains abgeleitet werden soll. Die erhaltene Zahl giebt dann den Durchmesser der Röhren an der Ausmündung

nach Zollen an; dies setzt aber voraus, dass das abzuführende Wasserquantum in den verschiedenen Bodenarten annähernd gleich ist.

Es würden demnach 3zöllige Röhren das Wasser von 9 acres abführen können.